

## 使用期限を考慮した建築物の構造設計

### Structural Design of Buildings Considered Duration of Use

谷口 和彦<sup>\*1</sup>, 永野 康行<sup>\*2</sup>, 辻 聖晃<sup>\*3</sup>  
Kazuhiko TANIGUCHI, Yasuyuki NAGANO, Masaaki TSUJI

現行の建築基準法における構造設計では、使用期限が短い建物も長い建物も、同じ設計用地震動・同じ構造計算法に則って構造設計をしている。しかし、使用期限が短い建物は想定する使用期間内に発生する地震時水平力に対しては過剰な構造設計となる可能性がある。本研究の目的は、恒久建物ではなく、使用期限が短い建築物の構造設計に対して、小規模建築物の構造設計を例示し、その特徴を調べる事である。

**Keywords** Period of Service, Structure Design, Steel Frame Amount, Temporary Building  
使用期間, 構造設計, 鉄骨数量, 仮設建築物

#### 1. 序

現行の建築基準法における構造設計では、使用期限が短い建物も長い建物も、同じ設計用地震動・同じ構造計算法に則って構造設計をしている。

応力度等の確認はいわゆる弾性設計の考え方にたつての検討で、自重および地震力その他の外力によって建築物の各部に生じる応力度が許容応力度以下にとどまるようにするものである。これを1次設計と構造設計の中で位置付けされている。なお、以下使用する「稀に発生する外力」とは、許容応力度等設計においては1次設計に用いる外力を指す。一方の保有水平耐力の検討は、応力度の検討を踏まえて行う建築物各階の層間変形角の計算や剛性率、偏心率の検討とともに、建築物の耐震性を確保していくためのものである。これを地震力に対する2次設計として構造設計の中で位置付けされている。なお、以下使用する「極めて稀に発生する外力」とは、許容応力度等設計においては2次設計（保有水平耐力計算）に用いる外力を指す<sup>(1)</sup>。

使用期限が短い建物は想定する使用期間内に発生する外力に対しては過剰な構造設計となる可能性がある。そこで、使用期限が短い建物の、稀に発生する外力に対する、建物

の安全性には関わらないレベルの損傷（構造上主要な部分とはならない壁のひび割れなど）は許容すると考える。かつ、使用期限が短い建物の、極めて稀に発生する外力に対する構造設計は、従来のように同じとする。すると、過剰な構造設計は解消されると考える。本研究の目的は、恒久建物ではなく、使用期限が短い建築物の構造設計に対して、小規模建築物の構造設計を例示し、その特徴を調べる事である。

#### 2. 使用期限について

##### 2.1 序

使用期限を考慮した建築物の構造設計を行っていくためには、荷重や外力等を使用期間に応じて低減する必要がある。本章では、使用期限を考慮した建築物の構造設計について必要な事を調べていくこととする。

##### 2.2 荷重及び外力

期限付き建築物に作用する荷重及び外力の種類としては、長期間使用されることを前提とした一般的な建築物（恒久建築物）の構造計算に使用されるものを、原則的にはそのまま使用することとする。また、その基本値としては、常時作用する荷重については恒久建築物と同じ値を、短期間作用する荷重については、稀に発生するレベル（稀レベル）と、極く

\*1 技建工業株式会社 (元 福井工業大学 学生)

\*2 福井工業大学 デザイン学科 准教授・博士 (工学)

\*3 京都大学工学研究科建築学専攻 准教授・博士 (工学)

GIKEN corporation (Former Student, Fukui Univ. of Tech.)

Assoc. Prof., Fukui Univ. of Tech., Dep. of Design, Dr. Eng.

Assoc. Prof., Dept. of Architecture and Architectural Eng., Kyoto Univ., Dr. Eng.

稀に発生するレベル（極稀レベル）の二つのレベルのものを使用することとする。すなわち、

固定荷重（D）：規格値のある場合はその値とし、ない場合は実況に応じて定める。

積載荷重（L）：常時作用している状態における非超過確率 99%の値とし、統計的評価の困難な場合は、それに相当すると考えられる値とする。

地震荷重（E1）（稀レベル）：地表面地動強さ（加速度または速度）の Y 年再現期待値を基に定める。

地震荷重（E2）（極稀レベル）：地表面地動強さ（加速度または速度）の 500 年再現期待値を基に定める。

ここで、Y は、期限付き建築物の試用期間を年で表したものである。ただし Y は 5 以上 100 以下とする。その他の荷重については、上記各荷重に準じて定める。

### 2.3 使用期限を考慮した建築物の構造設計

使用期限が短い建物に対して、稀に発生する外力の大きさを使用期限に応じて低減し、極めて稀に発生する外力の大きさは使用期限を考慮しない建物と同じように構造設計すること、使用期限を考慮した構造設計を実施する。

### 2.4 仮設建築物

使用期限を考慮した建築物の一つに仮設建築物がある。仮設建築物の許可基準の一例として神奈川県大和市による「仮設建築物の許可基準の解説」<sup>(2)</sup>をあげる。

「仮設建築物の許可基準の解説」では、第 4（構造設計）に「令第 82 条<sup>(3)</sup>による一次設計のみとする。」とある。よって、仮設建築物に対する構造規定と期限付き建築物に対する構造規定は違うことになる。

## 3. 使用期限を考慮した設計例

### 3.1 序

本章では、鉄骨構造モデルを、建築構造用アンカーボルトを用いた露出柱脚設計施工指針・同解説<sup>(4)</sup>設計例を基に作成する。その鉄骨構造モデルの地震時水平力を 50%、25%にしたモデルを作成する。また、作成したモデルにブレースを入れたモデルを作成する。それぞれのモデルの構造設計の特徴を調べる。本計算例では、建築構造設計システム「BRAIN」（販売元：TIS 株式会社）を用いて構造設計を実施する。また、保

有水平耐力計算については、PushOver 解析を行った。

### 3.2 一般事項

建築構造用アンカーボルトを用いた露出柱脚設計施工指針・同解説の設計例を基に解析モデルを作成した。本建物は 9m×12m の整形な平面形状を有する事務所ビルである。骨組形式は X,Y 方向ともにラーメン構造である。この鉄骨構造物をラーメンモデル（100%）とする。使用期限を考慮しない建物の地震時水平力を 100%とし、50%、25%にしていく。図 1 に 2 階床伏図、図 2 に A 通り軸組図、表 1 に建物概要、表 2 に設計荷重表、表 3 に柱・大梁断面表、表 4 に設計用地震荷重表を示す。

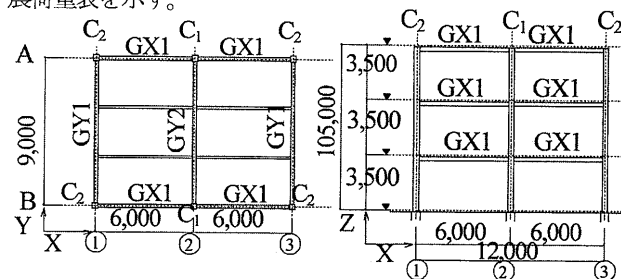


図 1 2 階床伏図

図 2 A 通り軸組図

表 1 建物概要

| 用途   |      | 事務所（1~3 階）        |
|------|------|-------------------|
| 規模   | 階数   | 地上 3 階、地階なし、塔屋なし  |
|      | 延床面積 | 324m <sup>2</sup> |
|      | 建築面積 | 108m <sup>2</sup> |
|      | 高さ   | 10.5m             |
|      | 階高   | 3.5m              |
| 構造概要 | 構造種別 | 鉄骨造               |
|      | 骨組形式 | ラーメン構造            |

表 2 設計荷重表

| 部位  |    | 床・小梁用 | 骨組用   | 地震用   |
|-----|----|-------|-------|-------|
| 屋根  | DL | 6,000 | 6,000 | 6,000 |
|     | LL | 1,800 | 1,300 | 600   |
|     | TL | 7,800 | 7,300 | 6,600 |
| 事務所 | DL | 4,700 | 4,700 | 4,700 |
|     | LL | 2,900 | 1,800 | 800   |
|     | TL | 7,600 | 6,500 | 5,500 |

表 3 柱・大梁断面表（ラーメンモデル（100%））

| 階 | C <sub>1</sub> | C <sub>2</sub> | GX1            | GY1            | GY2            |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 3 | □-350×350×16   | □-350×350×16   | H-400×200×9×12 | H-550×200×9×16 | H-550×200×9×19 |
| 2 | □-350×350×19   | □-350×350×16   | H-400×200×9×12 | H-550×200×9×16 | H-550×200×9×19 |
| 1 | □-350×350×19   | □-350×350×16   | H-550×200×9×16 | H-550×200×9×16 | H-550×250×9×19 |

表 4 設計用地震荷重表

| 階 | 階高 (m) | 層重量 (kN) | 総重量 (kN) | Ai    | 層せん断力係数 | 層せん断力 (kN) | 層水平力 (kN) |
|---|--------|----------|----------|-------|---------|------------|-----------|
| 3 | 3.5    | 882      | 882      | 1.449 | 0.290   | 256        | 256       |
| 2 | 3.5    | 857      | 1,739    | 1.180 | 0.236   | 411        | 155       |
| 1 | 3.5    | 857      | 2,596    | 1.000 | 0.200   | 519        | 109       |

### 3.3 ラーメンモデル

検討する建物を作成した。今回は地震時水平力を低減するために、標準層せん断力係数を低減した。ラーメンモデル（100%）の標準層せん断力係数を 100%とする。標準層せん断力係数を 50%と 25%にしたモデルを、それぞれラーメンモデル（50%）とラーメンモデル（25%）とする。建築構造設計システム「BRAIN」（販売元：TIS 株式会社）に直接標準層せん断力係数を入力した。標準層せん断力係数を 50%と 25%とした根拠は特になし。3つのモデルの層せん断力係数を表 5 に示す。

表 5 層せん断力係数

| 階 | ラーメンモデル<br>(100%) | ラーメンモデル<br>(50%) | ラーメンモデル<br>(25%) |
|---|-------------------|------------------|------------------|
| 3 | 0.290             | 0.145            | 0.072            |
| 2 | 0.236             | 0.118            | 0.052            |
| 1 | 0.200             | 0.100            | 0.050            |

地震時水平力を低減する事により、使用期限を考慮した建物の方が、使用期間を考慮しない建物に比べて、柱・梁の断面を小さくすることができた。

大梁は基本的に曲げ材である。例えば外力を半分にした場合、大梁にかかる曲げモーメントも半分になる。そのため重要なのは断面係数となる。今回、地震時水平力が 100%に対して 50%の地震時水平力をかけた場合、断面係数を半分とした。しかし、50%、25%にするにつれて長期荷重で決まることがある。その場合は長期で設計する。

柱には軸力と曲げの両方がかかる。そのため、断面積と断面係数の二つから考えなければならない。しかし、割合でいうと曲げのほうが支配的なため今回は断面係数から考えた。柱も大梁同様、地震時水平力を 50%、25%にするにつれて長期荷重で決まることがある。その場合は長期で設計する。また、今回は部材を幅厚比が満足するものから選んだ。ラーメンモデル（50%）、ラーメンモデル（25%）の柱・大梁断面表をそれぞれ表 6 に示す。

表 6 柱・大梁断面表（ラーメンモデル（50%）、（25%））

| 階   | C <sub>1</sub> | C <sub>2</sub> | GX1            | GY1            | GY2             |
|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| 50% | 3 □-250×250×16 | □-250×250×16   | H-346×174×6×9  | H-496×199×9×14 | H-606×201×12×20 |
|     | 2 □-300×300×12 | □-250×250×16   | H-350×175×7×11 | H-400×200×8×13 | H-500×200×10×16 |
|     | 1 □-300×300×12 | □-250×250×16   | H-396×199×7×11 | H-446×199×8×12 | H-596×199×10×15 |
| 25% | 3 □-200×200×12 | □-200×200×12   | H-346×174×6×9  | H-496×199×9×14 | H-606×201×12×20 |
|     | 2 □-250×250×12 | □-200×200×12   | H-346×174×6×9  | H-496×199×9×14 | H-496×199×9×14  |
|     | 1 □-250×250×12 | □-200×200×12   | H-350×175×7×11 | H-450×200×9×14 | H-500×200×10×16 |

表 7 柱・大梁断面表（ブレースモデル（100%））

| 階 | C <sub>1</sub> | C <sub>2</sub> | GX1            | GY1            | GY2             |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| 3 | □-300×300×12   | □-250×250×9    | H-346×174×6×9  | H-496×199×9×14 | H-506×201×11×19 |
| 2 | □-300×300×12   | □-250×250×9    | H-350×175×7×11 | H-496×199×9×14 | H-500×200×10×16 |
| 1 | □-250×250×9    | □-200×200×8    | H-350×175×7×11 | H-450×200×9×14 | H-500×200×10×16 |

柱と大梁の部材断面をそれぞれ調整したことにより、モデルの鉄骨数量が少なくなっている。ラーメンモデル（100%）の鉄骨数量は約 23t、ラーメンモデル（50%）は約 17t、ラーメンモデル（25%）は約 14t になった。つまり、ラーメンモデル（100%）の鉄骨数量を 100%とすると 74%、64%と少なくなっていることがわかる。

但し小梁の鉄骨数量は抜いている。ラーメンモデルの鉄骨数量を図 3 に示す。

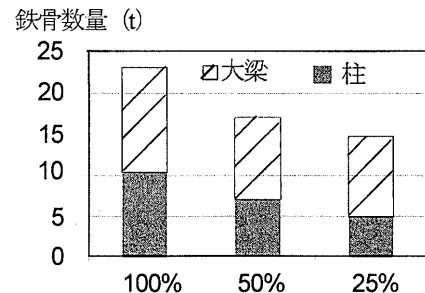


図 3 ラーメンモデルの鉄骨数量

### 3.4 ブレースモデル

ブレースを入れた鉄骨構造モデルを作成する。建物概要は基本的にラーメンモデル（100%）と同じである。ただし、柱・梁の断面は違う。ブレースの仮定断面を算定するにあたって、水平力を 100%負担するように設計した。図 4 に 2 階床伏図、図 5 に A 通り軸組図を示す。

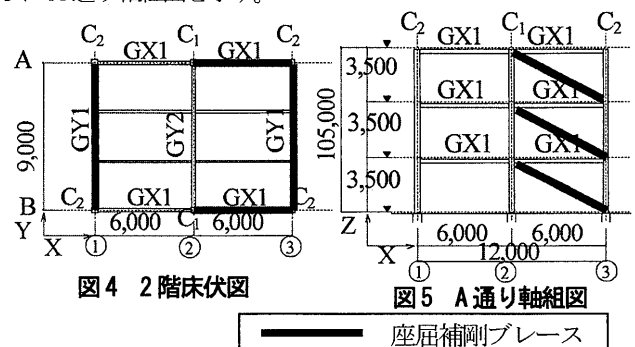


図 4 2 階床伏図

図 5 A 通り軸組図

座屈補剛ブレース

座屈補剛ブレースは、芯となる中心鋼材を鋼管とコンクリ

ートで拘束し、座屈させずに安定的に塑性化するようにしたブレースである。中心鋼材とコンクリートの間には特殊な緩衝材（座屈補剛材）を用い、鋼管とコンクリートには軸力が加わらないようになっている。この組み合わせにより、引張・圧縮ともに同性状の安定した履歴特性をもつ、制振ダンパー・耐震部材として利用できる<sup>9)</sup>。

ブレースモデル（100%）の柱・大梁を、長期荷重時の曲げモーメントを用いて設計した。表7に柱・大梁断面表を示す。

ブレース断面は各層に必要な断面積を求めて設定した。また、地震時水平力を50%、25%にしたブレース断面も同様に求めた。地震時水平力100%のブレース入り鉄骨構造モデルを、ブレースモデル（100%）とする。地震時水平力50%、25%のモデルをそれぞれブレースモデル（50%）、ブレースモデル（25%）とする。表8にブレース断面表を示す。

表8 ブレース断面表

|      | 階 | X 方向 (断面積: cm <sup>2</sup> ) | Y 方向 (断面積: cm <sup>2</sup> ) |
|------|---|------------------------------|------------------------------|
| 100% | 3 | ○-76.3×2.8 (6.5)             | ○-48.6×2.4 (3.5)             |
|      | 2 | ○-101.6×3.5 (10.8)           | ○-60.5×3.2 (5.8)             |
|      | 1 | ○-114.3×4.5 (15.5)           | ○-76.3×3.2 (7.3)             |
| 50%  | 3 | ○-48.6×2.3 (3.3)             | ○-27.2×2.3 (1.8)             |
|      | 2 | ○-60.5×2.8 (5.1)             | ○-42.7×2.3 (2.9)             |
|      | 1 | ○-76.3×2.8 (6.5)             | ○-48.6×2.4 (3.5)             |
| 25%  | 3 | ○-27.2×2.3 (1.8)             | ○-27.2×2.3 (1.8)             |
|      | 2 | ○-42.7×2.3 (2.9)             | ○-42.7×2.3 (2.9)             |
|      | 1 | ○-48.6×2.3 (3.3)             | ○-48.6×2.4 (3.5)             |

ブレースの断面を調整したため鉄骨数量が少なくなっている。ブレースモデル（100%）の鉄骨数量は約20.4t、ブレースモデル（50%）は約20.0t、ブレースモデル（25%）は約19.8tになった。柱・大梁の断面は調整していないため、ブレースの鉄骨数量が少なくなっている。図6に鉄骨数量を示す。

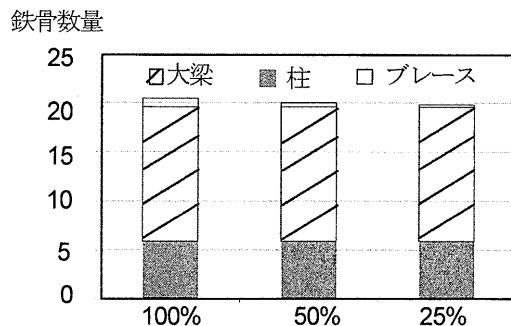


図6 ブレースモデルの鉄骨数量

#### 4. まとめ

現行の建築基準法における構造設計では、使用期限が短い建物も長い建物も、同じ設計用地震動・同じ構造計算法に則って構造設計をしている。しかし、使用期限が短い建物は使

用期限を考慮しない建物と違い、想定する使用期間内に発生する地震時水平力に対しては過剰な構造設計となる可能性がある。

本研究は、恒久建物ではなく、使用期限が短い建築物の構造設計に対して、小規模建築物の構造設計を例示し、その特徴を調べる事である。

2章では、使用期限を考慮した建築物の構造設計を行っていくためには、荷重や外力等を使用期限に応じて低減する必要があり、どのように構造設計するかを調べた。その結果、本研究では、使用期限が短い建物に対して、稀に発生する外力の大きさを使用期限に応じて低減し、極めて稀に発生する外力の大きさは使用期限を考慮しない建物と同じように構造設計することで、使用期限を考慮した構造設計を実施することとした。また、使用期限を考慮した建築物の一つに仮設建築物がある。「仮設建築物の許可基準の解説」では、第4（構造設計）に「令第82条による一次設計のみとする。」とある。よって、仮設建築物に対する構造規定と期限付き建築物に対する構造規定は違うことになることがわかった。

3章では、鉄骨構造モデルを作成し、その鉄骨構造モデルを基にラーメンモデル、ブレースモデルを作成した。建築構造設計システム「BRAIN」（販売元：TIS株式会社）を用いて構造設計を実施し、それぞれのモデルの構造設計の特徴を調べた。柱・大梁の部材断面については、断面係数から考えた。また、全ての部材については幅厚比を満足する物から選んだ。保有水平耐力計算については、PushOver解析を行った。

解析の結果、使用期限を考慮した建物は使用期限を考慮しない建物に比べて、ラーメンモデル、ブレースモデル共に鉄骨数量が少なくなることがわかった。ラーメンモデルでは最大で26%、ブレースモデルでは最大で3%少なくなっていることがわかった。

また、本稿で示した小規模建物に対する設計例題では、ラーメンモデルの部材断面は100%・50%の時は1次設計で決まるが、25%の時は保有水平耐力計算で決まるということがわかった。ブレースモデルの部材断面は全て1次設計で決まるということがわかった。

#### 参考文献・URL

- (1) 上野嘉久：実務から見た鉄骨構造設計，学芸出版社，pp.44-47，2004.3.30
- (2) 大和市：仮設建築物の許可基準の解説，  
<http://www.city.yamato.lg.jp/web/content/000015609.pdf>
- (3) 建築基準法施行令第82条（保有水平耐力計算）
- (4) 日本鋼構造協会：建築構造用アンカーボルトを用いた露出柱脚設計施工指針・同解説，鋼構造出版，pp.71-114，2009. 10
- (5) 新日鉄エンジニアリングの免制震デバイス-製品情報-アンボンドブレース-概要・特徴  
<http://www.menseishin.com/product/ubb01.html>